

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-180426

(43)Date of publication of application : 06.08.1991

(51)Int.Cl.

C21D 8/02  
// C22C 38/00  
C22C 38/04

(21)Application number : 01-319154

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 09.12.1989

(72)Inventor : KONO OSAMU  
EZAKA KAZUAKI  
KATO SEISHIRO  
ABE HIROSHI

## (54) PRODUCTION OF HIGH-STRENGTH HOT ROLLED STEEL PLATE EXCELLENT IN SPREADABILITY

## (57)Abstract:

PURPOSE: To produce a steel plate having high strength and superior expandability by applying hot rolling to an Mn-containing steel in which respective contents of P and S are limited under specific conditions and subjecting the resulting steel plate to controlled cooling and then to coiling at a specific temp.

CONSTITUTION: A steel having a composition consisting of, by weight, 0.02-0.20% C, 0.40-2.0% Si, 0.3-2.0% Mn,  $\leq 0.020\%$  P,  $\leq 0.01\%$  S, and the balance Fe with inevitable impurity components is hot-rolled, and finish rolling is completed at a temp. of Ar3 or above. Subsequently, the resulting steel plate is cooled at a cooling rate of CR( $^{\circ}$  C/sec) satisfying the conditions in an inequality and coiled at 350-550 $^{\circ}$  C. If necessary, either or both of 0.0005-0.0100% Ca and 0.0050-0.050% REM are incorporated to the above steel composition. By this method, the hot rolled steel plate having superior strength and expandability can stably be produced.

$$1 \leq CR \leq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$$

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-180426

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>  
C 21 D 8/02  
// C 22 C 38/00  
38/04

識別記号 庁内整理番号  
3 0 1 A 7139-4K  
W 7047-4K

⑬公開 平成3年(1991)8月6日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭発明の名称 穴抜け性の優れた高強度熱延鋼板の製造方法

⑮特 願 平1-319154

⑯出 願 平1(1989)12月9日

⑰発明者 河 野 治 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内  
⑰発明者 江 坂 一 彬 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内  
⑰発明者 加 藤 征 四 郎 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内  
⑰発明者 阿 部 博 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内  
⑰出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
⑰代 理 人 弁理士 小 堀 益

## 明 細 書

REM=0.0050~0.050 %

## 1. 発明の名称

穴抜け性の優れた高強度熱延鋼板の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

## (1) 重量%で

C=0.02~0.20% P≤0.020 %  
Si=0.40~2.0 % S≤0.01%  
Mn=0.3 ~2.0 %

を含み、残部Feおよび不可避免的成分からなる鋼を熱間圧延し、Ar<sub>3</sub>以上の温度で仕上げ圧延を終了し、 $\log CR \geq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$ を満たす冷却速度CR(℃/秒)で冷却し、350~550℃で巻取ることと特徴とする穴抜け性の優れた熱延高強度鋼板の製造方法

## (2) 重量%で

C=0.02~0.20% P≤0.020 %  
Si=0.40~2.0 % S≤0.01%  
Mn=0.3 ~2.0 %

を含み、更に、

Ca=0.0005~0.0100%

の何れかを含み、残部Feおよび不可避免的成分からなる鋼を熱間圧延して、Ar<sub>3</sub>以上の温度で仕上げ圧延を終了し、 $\log CR \geq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$ を満たす冷却速度CR(℃/秒)で冷却し、350~550℃で巻取ることと特徴とする穴抜け性の優れた熱延高強度鋼板の製造方法

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は打ち抜き等により形成された穴を所定寸法に広げる加工時に破断を起こすことなく成形を完了しうる穴抜け性の優れた熱延高強度鋼板の製造方法に関するものである。

(従来の技術)

自動車産業における自動車の燃費改善対策としての車体軽量化への寄与を目的として、加工性に優れた熱延高強度鋼板が開発使用されてきた。

その代表例としていわゆるDual Phase鋼板が知られている。該鋼板は、軟質なフェライト相と硬質なマルテンサイト相の複合組織で構成されてお

り、著しく硬度の異なる両相の界面からボイドが発生しやすく、高い穴拡張性が要求される用途には不向きであった。

特公昭64-10563号公報に微細フェライトと微細パーライトから構成される穴拡張性の優れた熱延鋼板の製造方法が開示されている。

しかしパーライトがマルテンサイトより軟質であるものの、依然フェライトよりは硬質であるため、引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ )は68~81で、ユーザー要求を十分に満たすとは言い難いのが実状である。

その不満を解消すべく、本発明者等は既に特開昭59-126719号公報に引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ )=86~104を有するベイナイト主体の組織とした加工性と溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法を開示している。

しかしながら、自動車におけるさらなる軽量化指向、意匠の繊細、複雑化等を背景として、上記技術では対応しきれない高度な加工性を必要とする部品が出現している。

$$\begin{aligned} C &= 0.02 \sim 0.20 \% & P &\leq 0.020 \% \\ Si &= 0.40 \sim 2.0 \% & S &\leq 0.01 \% \\ Mn &= 0.3 \sim 2.0 \% \end{aligned}$$

を含み、更に、

$$\begin{aligned} Ca &= 0.0005 \sim 0.0100 \% \\ REM &= 0.0050 \sim 0.050 \% \end{aligned}$$

の何れかを含み、残部Feおよび不可避免的成分からなる鋼を熱間圧延して、 $A_{r3}$ 以上の温度で仕上げ圧延を終了し、 $\log CR \geq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$ を満たす冷却速度CR(℃/秒)で冷却し、350~550℃で巻取ることとを特徴とする穴拡張性の優れた熱延高強度鋼板の製造方法を第2の手段とするものである。

(作用)

本発明の上記した各手段による作用を以下に詳述する。

Cは、0.02%以上添加するので必要な強度は確保されており、又0.20%を上限としているので、溶接性、加工性の劣化は生じない。なお、用心のためには0.14%を上限とするとよい。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は、従来から到達し得なかった、引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ ) $\geq 105$ を備え、高い強度と優れた穴拡張性を有する鋼板を経済的に製造する方法を確立して上記した要望に応えることを課題とするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は上記課題を達成するため以下の手段を用いる。

(1) 重量%で

$$\begin{aligned} C &= 0.02 \sim 0.20 \% & P &\leq 0.020 \% \\ Si &= 0.40 \sim 2.0 \% & S &\leq 0.01 \% \\ Mn &= 0.3 \sim 2.0 \% \end{aligned}$$

を含み、残部Feおよび不可避免的成分からなる鋼を熱間圧延し、 $A_{r3}$ 以上の温度で仕上げ圧延を終了し、 $\log CR \geq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$ を満たす冷却速度CR(℃/秒)で冷却し、350~550℃で巻取ることとを特徴とする穴拡張性の優れた熱延高強度鋼板の製造方法を第1の手段とし、

(2) 重量%で

Siは、第1図に示すように0.4%以上の添加で穴拡張に有害な炭化物の生成を抑え、穴拡張に適した本発明特有のベイナイト組織を生成する。

Siは本来強化元素であり、強化作用と上記作用の両作用が相乗的に働いて、引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ )レベルは向上する。上限を2.0%にするので溶接性、表面性状の劣化はなく、上記効果の飽和を超えた不経済な添加も防がれる。

Mnは0.3%以上2.0%以下添加するので、必要強度が得られると共に、Mn添加による溶接性、加工性の劣化が防止できる。

Pは0.02%以下としたので、溶接性、加工性、二次加工性、靱性の劣化は防止される。用心のためには0.01%以下とするのが好ましい。

Sは、0.01%以下としたので、製鋼上の経済性を維持しながら穴拡張性、溶接性の劣化が防止できる。製鋼上の経済性が許容できれば0.005%以下に極力低減することが望ましい。

Caについては0.0005%以上0.0100%以下、REMについては0.005%以上0.0500%以下添加するの

で、硫化物系介在物は形態制御され、穴拡張性が向上し、介在物増加による逆効果が避けられる。

Alを0.005～0.10%の範囲で添加するので、所要の脱酸が行えると共に、介在物の増加もなく、穴拡張性への悪影響もない。

仕上圧延終了温度は $Ars$ 以上としているので、加工フェライトの生成もなく、穴拡張性の劣化もない。表面性状の劣化を防止するには930℃以下とするのが良い。

圧延後の冷却速度(CR)は $\log CR \geq 2.83 - 0.44 \times Mn - 6.73 \times C$  (CRの単位は℃/秒、CとMnの単位は重量%)で規制しているので、穴拡張に有害なパーライトの生成がなく、また、穴拡張に好ましくない組織の不均一化(過度のポリゴナルフェライトの生成)もなく、オーステナイト安定化元素であるC、Mn量を低下しても、第2図に示すように引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ ) $\geq 105$ が安定して得られる。なお、この冷却速度は実用上可能な限り高い値とすることが好ましい。

巻取温度は350℃以上500℃以下に規制してい

るので、穴拡張に有害な硬質マルテンサイトの混入と、パーライトの生成がない。

又加熱温度は1170℃以下としているので、良好なスケール性状が確保出来る。

以上の本発明特有の作用は、本発明者等が従来レベルを遥かに越える引張強さ(TS)×穴拡張比( $d/d_0$ ) $\geq 105$ を安定して得る鋼板を開発するために重ねた研究実験の結果得たものである。

特に、前記した第1図に示すSi量の本発明の範囲と、第2図に示す冷却速度の本発明の範囲は共に必須要件で、両条件の相乗的な作用により、上記した本発明特有のベイナイトが生成し、本発明の課題達成が可能となったのである。

この知見を基に本発明は成されたのである。

#### (実施例)

第1表に示す成分組成を有する鋼を転炉溶製した後連続鋳造にてスラブとし、表2に示す製造方法で処理し、同表に示す機械的性質を得た。

なお、引張試験はJIS-5号片にて実施、穴拡張試験は20mmの打ち抜き穴をバリのない面から30°

円錐ポンチで押し広げ、クラックが板厚を貫通した時点での穴径(d)と初期穴径( $d_0$ :20mm)との比( $d/d_0$ )で示した。

表1の鋼番A、B、C、D、E、F、G、J、K、Lは本発明鋼、鋼番H、Iは比較鋼である。

H鋼はC量为本発明の上限を外れ、I鋼はSi量が本発明の下限を外れている。

表 1

区分	鋼種	化学成分(重量%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ca	Al
本	A	0.100	0.60	1.15	0.015	0.002	0.0040	0.014
本	B	0.130	0.60	1.50	0.010	0.003	0.0040	0.010
本	C	0.150	0.60	1.10	0.005	0.001	0.0040	0.021
本	D	0.050	0.50	1.70	0.018	0.006	0.0050	0.022
本	E	0.090	1.50	1.05	0.008	0.001	0.0030	0.025
本	F	0.100	1.00	1.80	0.010	0.005	—	0.015
本	G	0.080	0.80	1.20	0.008	0.001	—	0.020
比	H	0.220	0.50	1.10	0.020	0.003	0.0035	0.025
比	I	0.130	0.30	1.25	0.010	0.002	0.0040	0.030
本	J	0.080	0.50	1.10	0.008	0.001	—	0.025
本	K	0.100	1.50	1.80	0.018	0.002	—	0.019
本	L	0.110	0.40	1.20	0.007	0.001	—	0.015

(注) ① 鋼種FはREMを0.0200%含む。

② 本=本発明例 比=比較例

第2表で、鋼番1,2,3,6,8,10,11,12,13,14,17,18,19は本発明例で、鋼番4,5,7,9,15,16は比較

例である。

本発明例は1.75～2.33の穴拡張比、108～135のTS× $d/d_0$ を示し、スポット溶接試験ではナゲット内破断の発生が見られなかった。

一方比較例のそれぞれは以下の結果を示した。

鋼番4は巻取温度が本発明の下限を外れているため、マルテンサイトを生成し、TSが70と増大するものの $d/d_0$ が1.21と著しく低下し、TS× $d/d_0$ は85と低かった。

鋼番5は仕上温度が本発明の下限を外れているため、加工フェライトが生成し、伸び、穴拡張比は低く、TS× $d/d_0$ は90と低かった。

鋼番7は巻取り温度が上限を外れ、鋼番9は冷却速度が下限を外れているため、パーライトを生成し、TS× $d/d_0$ は95と低かった。

鋼番15はC量为本発明の上限を外れ、TS× $d/d_0$ は95、スポット溶接性試験ではナゲット内で破断が発生した。

鋼番16はSi量が本発明の下限を外れたため、TS× $d/d_0$ は90と低かった。

(発明の効果)

以上の説明から明らかな如く、本発明によれば引張強さ (TS) × 穴拡大比 ( $d/d_0$ )  $\geq 105$  という従来にない優れた強度・穴拡大特性を有する熱延高強度鋼板が、安定して経済的に製造でき、当業分野にもたらす効果は極めて大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はSi量と引張強さ(TS)×穴拡げ比( $d/d_0$ )の関係を示すものである。

第2図は化学成分、冷却速度、引張強さ(TS)×穴広げ比( $d/d_0$ )の関係を示すものである。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代 理 人 · 小 堀 益

表 2

区	編	編	加熱 温度	仕上圧延 終了温度	冷 却 速 度	巻取 温度	引張強さ T S	伸び E l	穴あけ比 d/d。	T S × d/d。	V <sub>n</sub>	V <sub>p</sub>	スポット 溶接性
分	番	種	℃	℃	℃/秒	℃	kgf/mm <sup>2</sup>	%	—	—	%	%	—
本	1	A	1200	920	50	500	58	31	2.16	125	0	0	○
本	2	A	1170	860	55	440	60	30	1.92	115	0	0	○
本	3	A	1160	870	60	370	62	29	2.02	125	0	0	○
比	4	A	1165	880	50	330	70	26	1.21	85	6	0	○
比	5	A	1150	780	55	480	58	25	1.55	90	0	0	○
本	6	B	1180	870	30	480	64	28	1.80	115	0	0	○
比	7	B	1165	860	25	560	58	28	1.64	95	0	30	○
本	8	B	1160	820	40	440	66	27	1.74	115	0	0	○
比	9	B	1170	820	18	550	58	28	1.64	95	0	35	○
本	10	C	1170	850	40	450	64	28	1.72	110	0	0	○
本	11	D	1165	860	60	440	58	32	2.33	135	0	0	○
本	12	E	1175	890	60	510	67	27	1.87	125	0	0	○
本	13	F	1150	860	40	510	67	27	1.87	125	0	0	○
本	14	G	1170	880	60	450	60	30	1.92	115	0	0	○
比	15	H	1175	860	35	460	73	20	1.30	95	0	0	×
比	16	I	1150	870	40	470	60	30	1.50	90	0	0	○
本	17	J	1165	890	65	490	54	33	2.22	120	0	0	○
本	18	K	1175	880	40	440	77	23	1.75	135	0	0	○
本	19	L	1160	885	45	425	59	30	1.83	108	0	0	○

(注)

①スポット溶接性

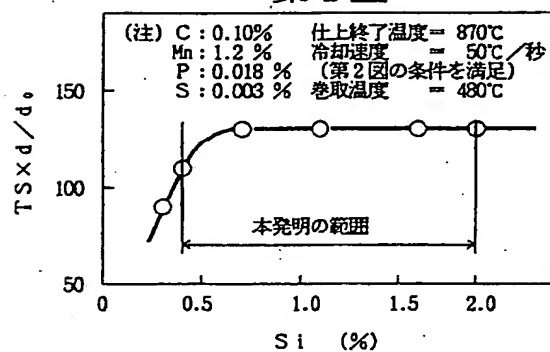
○：ナゲット内破断なし

×：ナゲット内破断あり

②  $V_M$  : マルテンサイト占積率

③ $V_p$  : パーライト占積率

第1図



第2図

